

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-107618

(P2002-107618A)

(43) 公開日 平成14年4月10日 (2002. 4. 10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

G 0 2 B 13/04

G 0 2 B 13/04

C 2 H 0 8 7

13/18

13/18

13/24

13/24

G 0 3 B 21/00

G 0 3 B 21/00

D

E

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2000-295420 (P2000-295420)

(22) 出願日

平成12年9月28日 (2000. 9. 28)

(71) 出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地

(72) 発明者 米山 一也

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

(74) 代理人 100097984

弁理士 川野 宏

Fターム (参考) 2H087 KA06 LA03 MA04 MA19 NA02

NA09 PA09 PA19 PB11 QA02

QA07 QA12 QA22 QA26 QA34

QA41 QA45 RA05 RA12 RA32

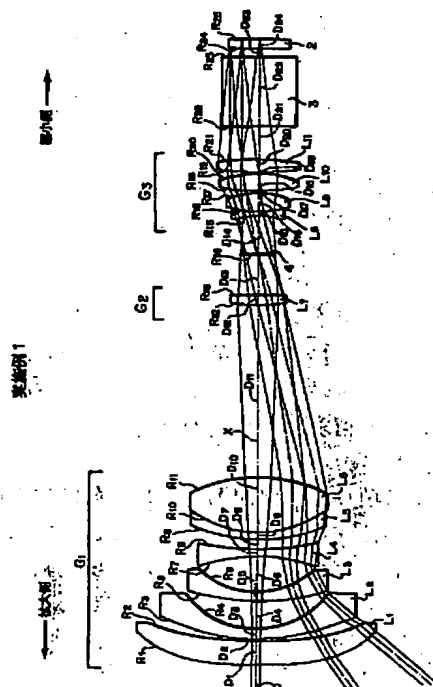
RA41 RA42

(54) 【発明の名称】 広角投映レンズおよびこれを用いた投写型画像表示装置

(57) 【要約】

【目的】 拡大側から負正正の3群構成で所定のレンズ構成および条件式を満足することにより、特に歪曲収差や倍率色収差が高度に補正され、液晶等のリア式投写型画像表示装置の小型化が可能な広角投映レンズ、およびこれを用いたマルチディスプレイのユニットとしても好適な投写型画像表示装置を得る。

【構成】 拡大側から順に、一組の接合レンズを含み全体として負の第1レンズ群G<sub>1</sub>、1枚の正レンズを含み全体として正の第2レンズ群G<sub>2</sub>、絞り4、および一組の接合レンズを含み全体として正の第3レンズ群G<sub>3</sub>が配列され、条件式(1)  $-7.5 < F_1 / F < -2.5$ 、(2)  $5.0 < F_2 / F < 9.5$ 、(3)  $3.0 < F_3 / F < 4.8$ 、(4)  $2.8 < F_3 / Y < 4.5$ を満足する。ここで、F:全系の焦点距離、F<sub>i</sub>:第iレンズ群G<sub>i</sub>の焦点距離、Y:最大像高である。液晶表示パネル2の表示部に映出された画像情報を担持した光束は、ガラスブロック3を介しこの広角投映レンズにより紙面左側方向に拡大投写される。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 拡大側から順に、正負のレンズを接合してなる一組の接合レンズを含む複数枚のレンズで構成され全体として負の屈折力を有する第1レンズ群、少なくとも1枚の正レンズを含み全体として正の屈折力を有する第2レンズ群、絞り、および正負のレンズを接合してなる一組の接合レンズを含む複数枚のレンズで構成され全体として正の屈折力を有する第3レンズ群が配列され、以下の条件式(1)～(4)を満足することを特徴とする広角投映レンズ。

$$-7.5 < F_1 / F < -2.5 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$5.0 < F_2 / F < 9.5 \quad \cdots \cdots (2)$$

$$3.0 < F_3 / F < 4.8 \quad \cdots \cdots (3)$$

$$2.8 < F_3 / Y < 4.5 \quad \cdots \cdots (4)$$

ここで、

F：全系の焦点距離

F<sub>1</sub>：第1レンズ群の焦点距離

F<sub>2</sub>：第2レンズ群の焦点距離

F<sub>3</sub>：第3レンズ群の焦点距離

Y：最大像高

【請求項2】 前記第1レンズ群の最も拡大側のレンズは、少なくとも一方の面に非球面が形成された非球面レンズとされ、該非球面レンズと拡大側から2番目のレンズとの軸上面間隔を変化させて、投映距離変動に伴う歪曲収差および像面の変動を補正することを特徴とする請求項1記載の広角投映レンズ。

【請求項3】 前記第1レンズ群中に、全系のうち最も中心厚の大きなレンズが配されていることを特徴とする請求項1または2記載の広角投映レンズ。

【請求項4】 前記最も中心厚の大きなレンズは前記第1レンズ群中の接合レンズの正レンズとして用いられ、かつ以下の条件式(5)および(6)のうちの少なくとも一方を満足することを特徴とする請求項3記載の広角投映レンズ。

$$Np_1 < 1.620 \quad \cdots \cdots (5)$$

$$5.0 < F_{AD} / F < 6.0 \quad \cdots \cdots (6)$$

ここで、

Np<sub>1</sub>：全系のうち最も中心厚の大きなレンズの屈折率

F<sub>AD</sub>：第1レンズ群中の接合レンズの焦点距離

【請求項5】 前記第2レンズ群中に、全系のうち最も曲率の小さい面を備えたレンズが配されていることを特徴とする請求項1～3のうちのいずれか1項記載の広角投映レンズ。

【請求項6】 前記第2レンズ群に含まれる正レンズが下記条件式(7)を満足することを特徴とする請求項1～3および5のうちのいずれか1項記載の広角投映レンズ。

$$\nu p_2 < 30 \quad \cdots \cdots (7)$$

ここで、

νp<sub>2</sub>：第2レンズ群に含まれる正レンズの阿ッペ数

【請求項7】 前記第3レンズ群に含まれる接合レンズが下記条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1～3および5～6のうちのいずれか1項記載の広角投映レンズ。

$$40 < \nu p_3 - \nu N_3 \quad \cdots \cdots (8)$$

ここで、

νp<sub>3</sub>：第3レンズ群に含まれる接合レンズのうち正レンズの阿ッペ数

νN<sub>3</sub>：第3レンズ群に含まれる接合レンズのうち負レンズの阿ッペ数

【請求項8】 光源と、ライトバルブと、請求項1～7のうちのいずれか1項記載の広角投映レンズと、スクリーンとを備えたことを特徴とする投写型画像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示素子やデジタルマイクロミラー素子(DMD)等の、小型の表示素子上の表示画像を拡大投映する投写型画像表示装置の投映レンズに関し、特に広角な投映レンズおよびこれを用いた投写型画像表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】投写型画像表示装置としては、投映レンズがスクリーンに対して鑑賞者と同じ側に配置され、投映レンズより出射される光を反射型のスクリーンに結像させるフロント方式の装置と、投映レンズと鑑賞者とがスクリーンを挟むように配置され投映レンズより出射される光を透過型のスクリーンに結像させるリア方式の装置とが知られている。このうちリア式の投写型画像表示装置は、光源からスクリーンまでをキャビネットに納め、キャビネット前面に配設されたスクリーンに向けて背面に配された投映レンズから投写される構成がよく知られている。

【0003】図6はリア式の投写型画像表示装置の基本的構成を示す図であり、この装置を横方向より見た垂直断面図である。この装置は液晶表示素子上の画像を拡大投映する液晶ビデオプロジェクタで、光源15からの略平行光束が液晶表示パネル12の各ドットに照射され、この液晶表示パネル12に映出された画像情報を担持した光束が、投映レンズ11により、所定の距離に配されたスクリーン16の裏面に投写される。鑑賞者はスクリーン16に拡大投映された画像をこのスクリーン16の表面側(紙面左側)から見ることになる。なお、図の煩雑を避けるためこの液晶プロジェクタには1枚の液晶表示パネル12のみを記載しているが、一般には、光源15からの光束をダイクロイックミラーおよびレンズアレイからなる色分離光学系によりR、G、Bの3原色光に分離し、各原色光用に3つの液晶表示パネル12を配設してフルカラー画像を表示可能な装置とされる。ガラスブロック13の位置にダイクロイックプリズムを配設することによりこの3原色光を合成することができる。

(3)

【0004】このようなキャビネット型の投写型画像表示装置においては、以前から装置全体の体積を小さくすることが要望されている。このような要望に応えようとするものとしては、例えば、特開平8-201688号公報に記載されたものがある。装置全体の体積を小さくするためには、投写距離すなわち投射レンズの最もスクリーン側の面からスクリーンまでの距離を短くすることが肝要であり、投射レンズの広角化が求められる。この従来例においてもレンズの広角化（半画角が41度程度）や投射レンズの系中に折り曲げミラーを配設することにより、装置全体の体積を小さくしようとしている。しかし、レンズ系中に折り曲げミラーを配設すれば装置の重量増ともなってしまうため、そのようなことなしに装置の体積を小さくすることができるならばより好ましい。そのためにも、また、更なる省スペース化のためにも、この従来例よりさらに広角な投射レンズが強く求められている。

【0005】また、近年では複数台の投射光学ユニットを上下左右に整列させて大画面を表示させる、マルチディスプレイと称される表示方法も頻繁に採用される。この場合に用いられるリア式の投写型画像表示装置においては、大画面となったとき各ユニット毎の継ぎ目部分が目立たぬように、歪曲収差が高度に補正された投射レンズが要求されている。具体的には0.3%以内程度が望まれる。また、倍率色収差に関してもそれは画面の品位を損なう原因であるために、極力排除しなければならない。

【0006】しかしながら投射レンズにおいては、半画角40度を超える程度で広角と呼ばれるとおり、縮小側にテレセントリックであることが要求されるために広角化自体が難しいとされている。その上、歪曲収差や倍率色収差を補正することは容易ではない。一般に広角レンズの構成は、絞りを挟んで前群と後群とで対称性が著しく崩れているが、これは特に歪曲収差や倍率色収差の補正を困難にしている。また、テレセントリック性の要求が収差補正をさらに困難にしている。

【0007】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、広角なレンズでありつつも歪曲収差や倍率色収差を高度に補正した広角投射レンズを提供することを目的とする。また、本発明は上記広角投射レンズを用いた投写型画像表示装置を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の広角投射レンズは、拡大側から順に、正負のレンズを接合してなる一組の接合レンズを含む複数枚のレンズで構成され全体として負の屈折力を有する第1レンズ群、少なくとも1枚の正レンズを含み全体として正の屈折力を有する第2レンズ群、絞り、および正負のレンズを接合してなる一組の接合レンズを含む複数枚のレンズで構成され全体として

4

正の屈折力を有する第3レンズ群が配列され、以下の条件式(1)～(4)を満足することを特徴とするものである。

【0009】

$$-7.5 < F_1 / F < -2.5 \quad \cdots (1)$$

$$5.0 < F_2 / F < 9.5 \quad \cdots (2)$$

$$3.0 < F_3 / F < 4.8 \quad \cdots (3)$$

$$2.8 < F_3 / Y < 4.5 \quad \cdots (4)$$

ここで、

10 F：全系の焦点距離

F<sub>1</sub>：第1レンズ群の焦点距離

F<sub>2</sub>：第2レンズ群の焦点距離

F<sub>3</sub>：第3レンズ群の焦点距離

Y：最大像高

【0010】また、前記第1レンズ群の最も拡大側のレンズは、少なくとも一方の面に非球面が形成された非球面レンズとされ、該非球面レンズと拡大側から2番目のレンズとの軸上面間隔を変化させて、投射距離変動に伴う歪曲収差および像面の変動を補正することが好ましい。

20

【0011】また、前記第1レンズ群中に、全系のうち最も中心厚の大きなレンズが配されていることが好ましい。また、前記最も中心厚の大きなレンズは前記第1レンズ群中の接合レンズの正レンズとして用いられ、かつ以下の条件式(5)および(6)のうちの少なくとも一方を満足することがより好ましい。

【0012】

$$N_{P1} < 1.620 \quad \cdots (5)$$

$$5.0 < F_{AD} / F < 6.0 \quad \cdots (6)$$

30

ここで、

N<sub>P1</sub>：全系のうち最も中心厚の大きなレンズの屈折率

F<sub>AD</sub>：第1レンズ群中の接合レンズの焦点距離

【0013】また、前記第2レンズ群中に、全系のうち最も曲率の小さい面を備えたレンズが配されていることが好ましい。また、前記第2レンズ群に含まれる正レンズが下記条件式(7)を満足することが好ましい。

$$\nu_{P2} < 30 \quad \cdots (7)$$

ここで、

ν<sub>P2</sub>：第2レンズ群に含まれる正レンズのアッベ数

40

【0014】また、前記第3レンズ群に含まれる接合レンズが下記条件式(8)を満足することが好ましい。

$$40 < \nu_{P3} - \nu_{N3} \quad \cdots (8)$$

ここで、

ν<sub>P3</sub>：第3レンズ群に含まれる接合レンズのうち正レンズのアッベ数

ν<sub>N3</sub>：第3レンズ群に含まれる接合レンズのうち負レンズのアッベ数

【0015】本発明の投写型画像表示装置は、光源と、ライトバルブと、上記広角投射レンズと、スクリーンとを備えたことを特徴とするものである。

50

(4)

5

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。図1は本発明に係る広角投映レンズを示すものであり、後述する実施例1のレンズ構成図および光路図である。このレンズを本実施形態の代表として、以下に説明する。

【0017】すなわちこのレンズは、拡大側から順に、正負のレンズを接合してなる一組の接合レンズを含む複数枚のレンズで構成され全体として負の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>、少なくとも1枚の正レンズを含み全体として正の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>、絞り4、および正負のレンズを接合してなる一組の接合レンズを含む複数枚のレンズで構成され全体として正の屈折力を有する第3レンズ群G<sub>3</sub>が配列されている。紙面右側より入射され液晶表示パネル2の表示部に映出された \*

6

\* 画像情報を担持した光束は、クロスプリズム等に相当するガラスブロック3を介しこの広角投映レンズにより、紙面左側方向に拡大投写される。また、図中Xは光軸を表している。

【0018】ここで、第1レンズ群G<sub>1</sub>の最も拡大側のレンズ(第1レンズL<sub>1</sub>)は、少なくとも一方の面に非球面が形成された非球面レンズとされている。この非球面の形状は下記に示す非球面式により規定される。この広角投映レンズは、一体として光軸上を移動されることによりフォーカスを行うが、この非球面レンズと拡大側から2番目のレンズ(第2レンズL<sub>2</sub>)との軸上面間隔を変化させて、投映距離変動に伴う歪曲収差および像面の変動を補正するように構成されている。

【0019】

【数1】

$$Z = \frac{CY^2}{1 + \sqrt{1 - KC^2Y^2}} + A_4Y^4 + A_6Y^6 + A_8Y^8 + A_{10}Y^{10}$$

ここで、

Z : 光軸から高さYの非球面上の点より非球面頂点の接平面(光軸に垂直な平面)に下ろした垂線の長さ

C : 非球面の近軸曲率半径Rの逆数

Y : 光軸からの高さ

K : 離心率

A<sub>4</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>10</sub> : 第4, 6, 8, 10次の非球面係数

【0020】また、第1レンズ群G<sub>1</sub>中には全系のうち最も中心厚の大きなレンズ(第6レンズL<sub>6</sub>)が配され、このレンズは第1レンズ群G<sub>1</sub>中の接合レンズの正レンズとして用いられている。また、第2レンズ群G<sub>2</sub>中に、全系のうち最も曲率の小さい、すなわち最も曲率半径の絶対値が大きい面を備えたレンズ(第7レンズL<sub>7</sub>)が配されている。

【0021】さらに、この広角投映レンズは、下記条件式(1)～(8)を満足するように構成されている。

$$-7.5 < F_1/F < -2.5 \quad \dots\dots (1)$$

$$5.0 < F_2/F < 9.5 \quad \dots\dots (2)$$

$$3.0 < F_3/F < 4.8 \quad \dots\dots (3)$$

$$2.8 < F_3/Y < 4.5 \quad \dots\dots (4)$$

$$N_{P1} < 1.620 \quad \dots\dots (5)$$

$$5.0 < F_{AD}/F < 6.0 \quad \dots\dots (6)$$

$$\nu_{P2} < 30 \quad \dots\dots (7)$$

$$40 < \nu_{P3} - \nu_{N3} \quad \dots\dots (8)$$

ここで、

F : 全系の焦点距離

F<sub>1</sub> : 第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離

F<sub>2</sub> : 第2レンズ群G<sub>2</sub>の焦点距離

F<sub>3</sub> : 第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離

F<sub>AD</sub> : 第1レンズ群G<sub>1</sub>中の接合レンズの焦点距離

Y : 最大像高

N<sub>P1</sub> : 全系のうち最も中心厚の大きなレンズの屈折率

ν<sub>P2</sub> : 第2レンズ群G<sub>2</sub>に含まれる正レンズのアッベ数

ν<sub>P3</sub> : 第3レンズ群G<sub>3</sub>に含まれる接合レンズのうち正レンズのアッベ数

ν<sub>N3</sub> : 第3レンズ群G<sub>3</sub>に含まれる接合レンズのうち負レンズのアッベ数

【0022】つぎに、本発明に係る広角投映レンズを用いた投写型画像表示装置について図2を参照しつつ説明する。図2は後述する実施例1の広角投映レンズを備えた投写型画像表示装置の構成図であり、この装置を横方向より見た垂直断面図である。

【0023】この投写型画像表示装置は液晶表示素子上の画像を拡大投映する液晶ビデオプロジェクタで、光源5からの略平行光束が液晶表示パネル2の各ドットに照射され、この液晶表示パネル2に映出された画像情報を担持した光束が、投映レンズ1により、所定の距離に配されたスクリーン6の裏面に投写される。鑑賞者はスクリーン6に拡大投映された画像をこのスクリーン6の表  
50 面側(紙面左側)から見ることになる。なお、図の煩雑

(5)

を避けるためこの液晶プロジェクタには1枚の液晶表示パネル2のみを記載しているが、一般には、光源5からの光束をダイクロイックミラーおよびレンズアレイからなる色分離光学系によりR、G、Bの3原色光に分離し、各原色光用に3つの液晶表示パネル2を配設してフルカラー画像を表示可能な装置とされる。ガラスブロック3はこの3原色光を合成するダイクロイックプリズムとすることができる。

【0024】以下、本実施形態による広角投映レンズおよびこれを用いた投写型画像表示装置の作用効果について説明する。まず、この広角投映レンズは上述したとおり、拡大側から負の第1レンズ群G<sub>1</sub>、正の第2レンズ群G<sub>2</sub>、絞り、正の第3レンズ群G<sub>3</sub>が配置されている。このようなパワー配分によりこのレンズは広角でありつつも長いバックフォーカスを確保することができ、カラー画像を投映するために必要な色合成用のダイクロイックプリズムをガラスブロック3の位置に挿入することも可能となる。

【0025】また、第1レンズ群G<sub>1</sub>の最も拡大側のレンズを非球面とすることにより歪曲収差を効果的に補正することが可能となる。この非球面レンズはいずれか一方の面が非球面とされたレンズであっても効果を得ることができるが、両面が非球面とされたレンズであることがより好ましい。さらに、第1レンズ群G<sub>1</sub>には全系のうち最も中心厚の大きい正のレンズが配され、第1レンズ群G<sub>1</sub>の負の屈折力から生ずる負のペッツバル和を打ち消すように作用する。

【0026】また、第2レンズ群G<sub>2</sub>は、適切に設定された第3レンズ群G<sub>3</sub>の正の屈折力と広角化を担う第1レンズ群G<sub>1</sub>の負の屈折力をうまくつなぎ、かつ全系の大きさが非現実的に大きくなってしまわないようにする役割を担っている。この位置に配されるレンズは感度が大きくなりやすく、あまり曲率が強いレンズの場合には、製造時に設計値から僅かにズレを生じただけでも投映レンズの性能、特にタンジェンシャル像面での性能が劣化しやすくなってしまふ。第2レンズ群G<sub>2</sub>中に全系のうち最も曲率の小さい面を備えたレンズを配することで、投映レンズ製造時の誤差の許容度が高まり、製造性が向上する。

【0027】以下、各条件式について述べる。条件式

(1)は第1レンズ群G<sub>1</sub>のパワーを規定する式で、この下限値を超え第1レンズ群G<sub>1</sub>の負のパワーが小さくなると適切なバックフォーカスを確保することができない。また、この上限値を超えるほど負のパワーが強くなるとコマ収差が大きくなり補正が困難となる。条件式

(2)は第2レンズ群G<sub>2</sub>のパワーを規定する式で、この下限値を超え第2レンズ群G<sub>2</sub>の正のパワーが大きくなるとコマ収差が大きくなりすぎて補正が困難となる。また、この上限値を超えるほど正のパワーが弱くなると第1レンズ群G<sub>1</sub>の外径が大きくなりすぎて非現実的と

8

なる。

【0028】条件式(3)は第3レンズ群G<sub>3</sub>のパワーを規定する式で、この下限値を超え第3レンズ群G<sub>3</sub>の正のパワーが大きくなると適切なバックフォーカスを確保することができない。また、この上限値を超えるとレンズ全長が長くなりすぎる。条件式(4)は最大像高に対する第3レンズ群G<sub>3</sub>のパワーを規定する式で、この下限値を超えると第3レンズ群G<sub>3</sub>の正の屈折力が強くなりすぎてしまい、縮小側のテレセントリック性と収差補正とを両立することが困難となる。この上限値を超えると投映レンズの全長が長くなりすぎてしまふ。

【0029】条件式(5)および(6)は負の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>中に配された、全系のうち最も中心厚の大きな正のレンズに関する規定で、少なくとも一方を満足することが好ましい。条件式(5)はこのレンズの屈折率を規定する式で、この上限値を超えるとペッツバル和が負で大きくなりすぎ像面オーバーになってしまう。条件式(6)はこのレンズと負レンズとが接合された接合レンズのパワーを規定する式で、この下限値を超えると球面収差が大きくなりすぎて補正が困難となる。この上限値を超えるとペッツバル和が負で大きくなりすぎ像面オーバーになってしまう。

【0030】条件式(7)は第2レンズ群G<sub>2</sub>に含まれる正レンズの材料について規定する式で、第2レンズ群G<sub>2</sub>に配される正レンズは1枚であっても複数枚であってもこの式を満足することが望ましい。この上限値を超えると色収差、特に軸上色収差がオーバーになりすぎ補正が困難となる。条件式(8)は第3レンズ群G<sub>3</sub>中の接合レンズの材料について規定する式で、この接合レンズは倍率色収差および軸上色収差を補正するように作用しており、この下限値を超えると色収差のバランスが崩れてしまふ。

【0031】本実施形態の広角投映レンズはこのような構成とされているので、広角なレンズでありつつも歪曲収差や倍率色収差を高度に補正することができる。したがって、この広角投映レンズを用いた投写型画像表示装置は、レンズの投写距離が短縮された分だけ従来の装置に比べ体積を小さくすることができ、装置のコンパクト化、軽量化を図ることができる。

【0032】前述した図6の装置および本実施形態の投写型画像表示装置の図2を比較すれば、本実施形態によるコンパクト化の効果は明らかである。ここで、図6のスクリーン16の大きさhは810.7mm、図2のスクリーン6の大きさhは806.5mmで、この違いは投映レンズの歪曲収差の値が異なるために生じる程度の差であり、両者は本質的には同じ大きさのスクリーンサイズの装置とみることができる。図6の装置の奥行き(共役長)dは1046mm、図2の装置の奥行き(共役長)dは800mmであり、本実施形態の広角投映レンズを用いた投写型画像表示装置によれば、広角でありつつも歪曲収

(6)

9

差や倍率色収差が高度に補正されたレンズを用いることにより、装置を小型化することができる。また、このレンズによれば、例えば図6の投射レンズの系中にミラーを配設した場合よりも遥かに効果的に装置サイズを小さくすることができる。レンズ系中にミラーを配設する場合には、それだけ装置の重量も増加してしまうが、本実施形態の広角投射レンズによればミラーを配設せずともコンパクトな装置を得ることができる。

【0033】また、本実施形態の広角投射レンズを用いた投写型画像表示装置は、上述したように歪曲収差や倍率色収差が高度に補正されているので、マルチディスプレイとして複数台の投射光学ユニットを上下左右に整列させて大画面を表示させる場合にも各ユニット毎の継ぎ目部分が目立たず、高画質な大画面を得ることができる。

【0034】

【実施例】以下、各実施例についてデータを用いて具体的に説明する。

【0035】＜実施例1＞この実施例1にかかる広角投射レンズは、前述したように図1に示す如き構成とされている。すなわちこのレンズは、第1レンズ群G<sub>1</sub>が拡大側より順に、拡大側に凸面を向けた両面同曲率のメニスカスレンズよりなり両面が非球面とされた第1レンズL<sub>1</sub>、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第2レンズL<sub>2</sub>、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第3レンズL<sub>3</sub>、曲率の大きい面を拡大側に向けた両凹レンズよりなる第4レンズL<sub>4</sub>、および拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズよりなる第5レンズL<sub>5</sub>と拡大側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズよりなる第6レンズL<sub>6</sub>との接合レンズから構成される。第6レンズL<sub>6</sub>は全系のうち最も中心厚の大きなレンズとされている。

10

【0036】第2レンズ群G<sub>2</sub>は拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズよりなる第7レンズL<sub>7</sub>の1枚により構成され、この第7レンズL<sub>7</sub>の縮小側の面は全系のうち最も曲率の小さい面とされている。第3レンズ群G<sub>3</sub>は物体側より順に、拡大側に曲率の大きい面を向けた両凹レンズよりなる第8レンズL<sub>8</sub>と縮小側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズよりなる第9レンズL<sub>9</sub>との接合レンズ、縮小側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズよりなる第10レンズL<sub>10</sub>および縮小側に曲率の大きい面を向けた両凸レンズよりなる第11レンズL<sub>11</sub>から構成されている。

【0037】この広角投射レンズの各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔（以下、軸上面間隔と称する）D (mm)、各レンズのd線における屈折率Nおよび各レンズのd線におけるアッベ数vの値は表1の上段に示すようになっている。なお、表1および以下の表において表中左側の面番号の数字は物体側からの順番を表すものであり、非球面とされた面には\*印が付されている。また、表1および以下の表において、第0面はスクリーンに、第25面は液晶表示パネルの表示面に相当する。表1の下段には各非球面に対応する各定数K、A<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>の値が示されている。なお、実施例1および以下に示す各実施例はいずれもF値=3.0、半画角 $\omega=46.7^\circ$ 、共役長800mmで、52型の投射画面サイズに対応する広角投射レンズとされている。

【0038】実施例1の各条件式(1)～(8)に関する値は後述する表4に示すとおりである。表4に示すように、上記条件式(1)～(8)は全て満足されている。

【0039】

【表1】

(7)

面	11 曲率半径(R)	面間隔(D)	屈折率(N)	12 アッペ数( $\nu$ )
0	$\infty$	592.07		
* 1	256.842	8.00	1.49018	57.8
* 2	256.842	0.60		
3	60.393	3.50	1.78590	44.2
4	25.271	9.25		
5	66.247	3.00	1.83400	37.2
6	22.532	12.10		
7	-46.803	2.50	1.78590	44.2
8	100.989	3.01		
9	48.807	2.12	1.84666	23.9
10	31.833	18.00	1.60342	38.0
11	-42.353	57.42		
12	48.347	3.00	1.84666	23.9
13	490.773	13.66		
14	絞り	13.12		
15	-18.870	1.35	1.84666	23.9
16	29.279	6.64	1.48749	70.2
17	-19.773	0.30		
18	57.642	6.00	1.48749	70.2
19	-28.187	0.30		
20	102.647	4.26	1.68893	31.1
21	-68.560	11.00		
22	$\infty$	23.00	1.51633	64.1
23	$\infty$	2.75		
24	$\infty$	3.00	1.51633	64.1
25	$\infty$			

面	K	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
1	$1.79000 \times 10^{-1}$	$6.86704 \times 10^{-6}$	$-2.84461 \times 10^{-9}$	$1.50993 \times 10^{-12}$	$-1.94000 \times 10^{-16}$
2	$1.99000 \times 10^{-1}$	$6.01710 \times 10^{-6}$	$-3.21297 \times 10^{-9}$	$9.18780 \times 10^{-13}$	$-1.67004 \times 10^{-16}$

【0040】＜実施例2＞この実施例2にかかる広角投映レンズは、実施例1のレンズと略同様の構成とされている。この広角投映レンズの各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの軸上面間隔D (mm)、各レンズのd線における屈折率Nおよび各レンズのd線におけるアッペ数 $\nu$ の値は表2の上段に示すようになっている。表2の下段には各非球面に対応する各定数K、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ の値が示されている。実施例2の各条件式(1)～(8)に関する値は後述する表4に示すとおりである。表4に示すように、上記条件式(1)～(8)は全て満足されている。

【0041】  
【表2】

(8)

面	<sup>13</sup> 曲率半径(R)	面間隔(D)	屈折率(N)	<sup>14</sup> アッペ数(v)
0	$\infty$	593.26		
* 1	395.752	7.99	1.49018	57.8
* 2	395.752	1.26		
3	56.313	3.91	1.78590	44.2
4	24.670	9.52		
5	77.628	3.00	1.83400	37.2
6	23.242	10.96		
7	-47.160	2.50	1.78590	44.2
8	102.510	1.26		
9	43.166	2.07	1.84666	23.9
10	28.163	15.22	1.59551	39.2
11	-52.032	57.69		
12	46.581	3.44	1.84666	23.9
13	8472.494	14.84		
14	絞り	13.50		
15	-18.550	1.27	1.84666	23.9
16	29.726	6.30	1.48749	70.2
17	-19.768	0.56		
18	56.493	5.99	1.48749	70.2
19	-27.815	0.79		
20	106.630	4.27	1.66680	33.1
21	-71.518	11.61		
22	$\infty$	23.00	1.51633	64.1
23	$\infty$	2.75		
24	$\infty$	3.00	1.51633	64.1
25	$\infty$			

面	K	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>
1	$1.79235 \times 10^{-1}$	$6.91970 \times 10^{-6}$	$-2.90711 \times 10^{-9}$	$1.49780 \times 10^{-12}$	$-1.91702 \times 10^{-16}$
2	$1.99248 \times 10^{-1}$	$6.06743 \times 10^{-6}$	$-3.17459 \times 10^{-9}$	$9.24340 \times 10^{-13}$	$-1.65747 \times 10^{-16}$

【0042】＜実施例3＞この実施例3にかかる広角投映レンズは、実施例1のレンズと略同様の構成とされている。この広角投映レンズの各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの軸上面間隔D (mm)、各レンズのd線における屈折率Nおよび各レンズのd線におけるアッペ数vの値は表3の上段に示すようになっている。表3の下段には各非球面に対応する各定数K、A<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>の値が示されている。

実施例3の各条件式(1)～(8)に関する値は後述する表4に示すとおりである。表4に示すように、上記条件式(1)～(8)は全て満足されている。

【0043】

【表3】



(9)

面	<sup>15</sup> 曲率半径(R)	面間隔(D)	屈折率(N)	<sup>16</sup> アッベ数( $\nu$ )
0	$\infty$	591.55		
* 1	279.112	7.90	1.49018	57.8
* 2	279.112	1.65		
3	75.173	3.54	1.78590	44.2
4	25.091	9.22		
5	62.401	3.50	1.83400	37.2
6	23.965	11.74		
7	-52.261	3.00	1.77250	49.6
8	109.727	4.68		
9	58.067	2.83	1.84666	23.9
10	36.862	18.01	1.61293	37.0
11	-40.702	55.96		
12	48.468	3.00	1.84666	23.9
13	207.724	11.73		
14	絞り	13.32		
15	-19.513	1.01	1.84666	23.9
16	29.283	6.84	1.48749	70.2
17	-20.093	0.47		
18	62.223	5.46	1.48749	70.2
19	-29.213	0.30		
20	92.477	4.19	1.69895	30.1
21	-63.528	11.32		
22	$\infty$	23.00	1.51633	64.1
23	$\infty$	2.75		
24	$\infty$	3.00	1.51633	64.1
25	$\infty$			

面	K	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
1	$1.79231 \times 10^{-1}$	$6.85213 \times 10^{-6}$	$-2.86447 \times 10^{-9}$	$1.50190 \times 10^{-12}$	$-1.94563 \times 10^{-16}$
2	$1.99252 \times 10^{-1}$	$6.07445 \times 10^{-6}$	$-3.21560 \times 10^{-9}$	$9.11092 \times 10^{-13}$	$-1.70848 \times 10^{-16}$

【0044】表4には実施例1～3の全系の焦点距離F および各条件式(1)～(8)に対応する値が示されている。  
\* 【0045】

		実施例1	実施例2	実施例3
焦点距離	F	8.3684373	8.3919859	8.3680408
条件式(1)	$F_1/F$	-4.5	-3.2	-6.0
条件式(2)	$F_2/F$	7.5	8.8	6.5
条件式(3)	$F_3/F$	3.9	4.1	3.7
条件式(4)	$F_3/Y$	3.6	3.9	3.5
条件式(5)	$N_{P1}$	1.603	1.596	1.613
条件式(6)	$F_{AD}/F$	5.4	5.7	5.5
条件式(7)	$\nu_{P2}$	23.9	23.9	23.9
条件式(8)	$\nu_{P3} - \nu_{N3}$	46.3	46.3	46.3

【0046】図3～5は、本実施例1～3に係る広角投映レンズの諸収差(球面収差、非点収差、ディストーションおよび倍率色収差)を示す収差図である。なお、球面収差図および非点収差図においては波長455nm

(B)、波長546.1nm (G)、波長615nm (R) に関する収差を示し、倍率色収差図は波長546.1nm (G) に対する波長455nm (B) および波長615nm (R) の

収差を示す。また、非点収差図において、実線はサジタル(S)像面、点線はタンジェンシャル(T)像面に対する収差を示しており、符号は1文字めのSまたはTが像面を示し、2文字めのB、GまたはRが波長を示している。これらの収差図において $\omega$ は半画角を示す。図3～5に示すように、本実施例1～3にかかる広角投映レンズは、歪曲収差や倍率色収差をはじめ各収差が高度に

(10)

17

補正され、半面角46.7度と広角な投映レンズとされている。

【0047】なお、本発明の広角投映レンズとしては、上記実施例のものに限られるものではなく種々の態様の変更が可能であり、例えば各レンズの曲率半径Rおよびレンズ間隔（もしくはレンズ厚）Dを適宜変更することが可能である。なお、上記実施例においては、本発明のレンズを透過型の液晶表示パネルを用いた装置の投映レンズとして用いているが、本発明の投映レンズの使用態様はこれに限られるものではなく、反射型の液晶表示パネルを用いた装置の投映レンズあるいはDMD等の他の光変調手段を用いた装置の投映レンズ等として用いることも可能である。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の広角投映レンズによれば、所定のレンズ構成および所定の条件式を満足することにより、特に歪曲収差や倍率色収差が高度に補正された高性能な広角投映レンズを得ることができる。また、本発明の投写型画像表示装置は上記広角投映レンズを用いているので、投写距離を短くすることができ、装置全体の体積を小さくすることができる。さらに、この広角投映レンズは歪曲収差や倍率色収差が高度に補正されているので、マルチディスプレイとしても好

18

適な投写型画像表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1にかかる広角投映レンズのレンズ構成図および光路図

【図2】実施例1にかかる広角投映レンズを用いた投写型画像表示装置の構成図

【図3】実施例1にかかる広角投映レンズの諸収差図

【図4】実施例2にかかる広角投映レンズの諸収差図

【図5】実施例3にかかる広角投映レンズの諸収差図

【図6】リア式の投写型画像表示装置の基本的構成を示す図

【符号の説明】

G<sub>1</sub>～G<sub>3</sub>      レンズ群  
L<sub>1</sub>～L<sub>11</sub>      レンズ  
R<sub>1</sub>～R<sub>25</sub>      曲率半径  
D<sub>0</sub>～D<sub>24</sub>      軸上面間隔  
1、11      投映レンズ  
2、12      液晶表示パネル  
3、13      ガラスブロック  
4      絞り  
5、15      光源  
6、16      スクリーン  
X      光軸

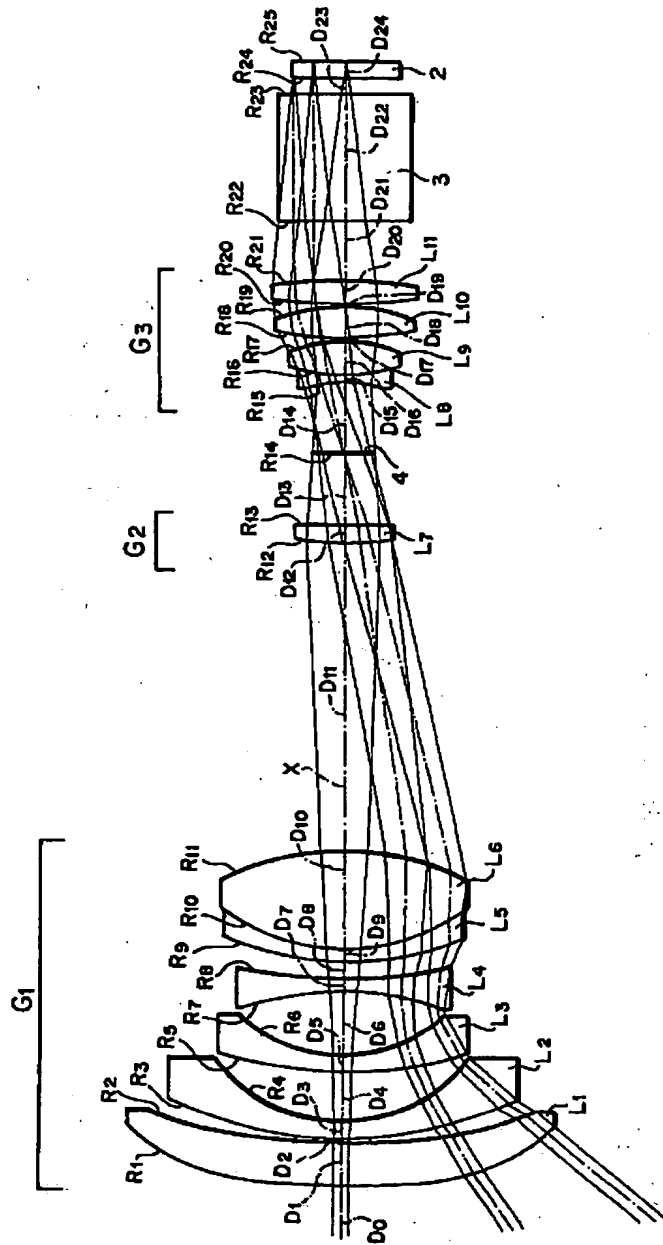
(11)

【図 1】

実施例 1

縮小側 →

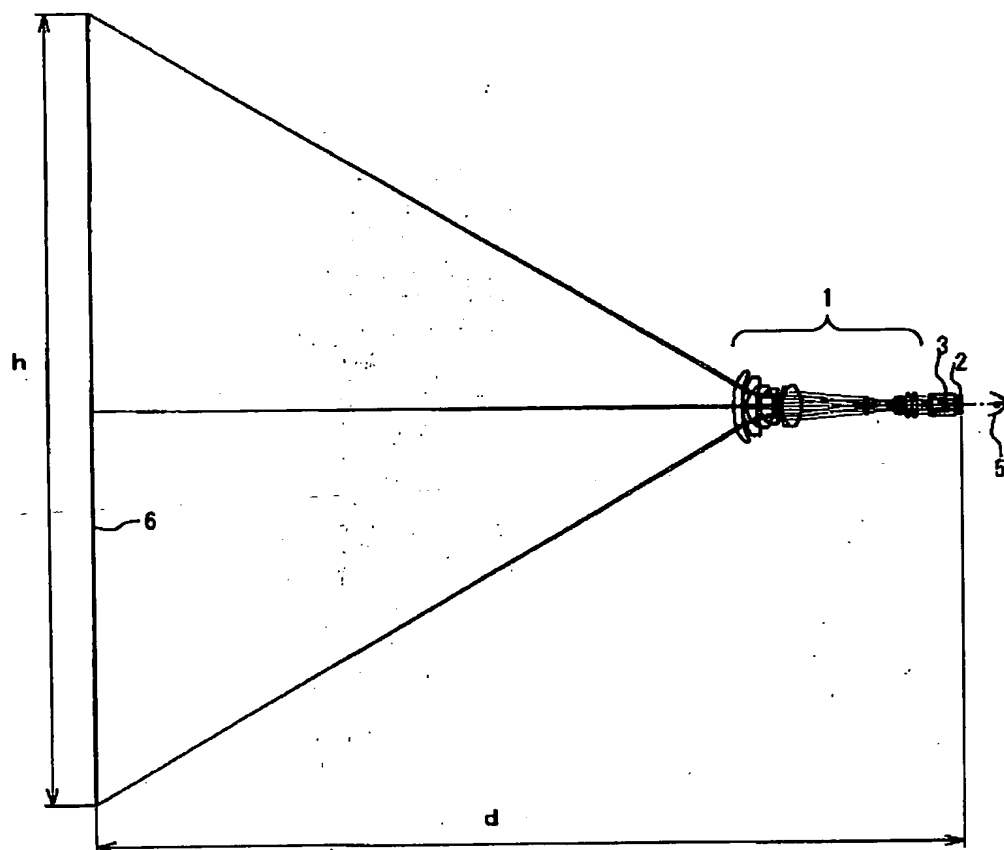
← 拡大側



BEST AVAILABLE COPY

(12)

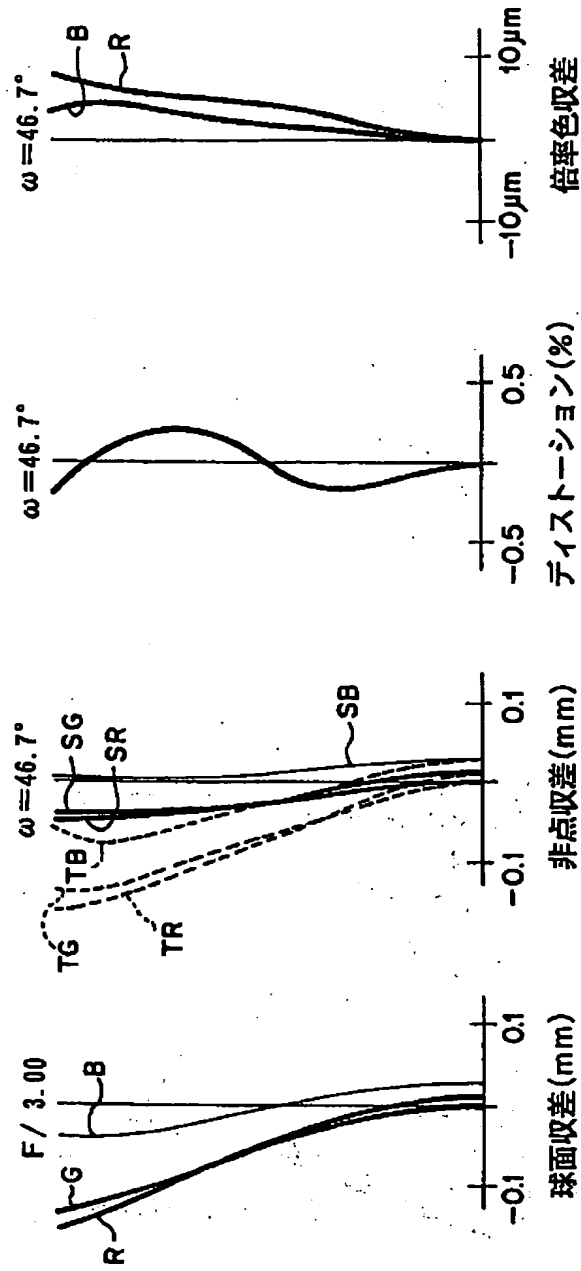
【図 2】



(13)

【図3】

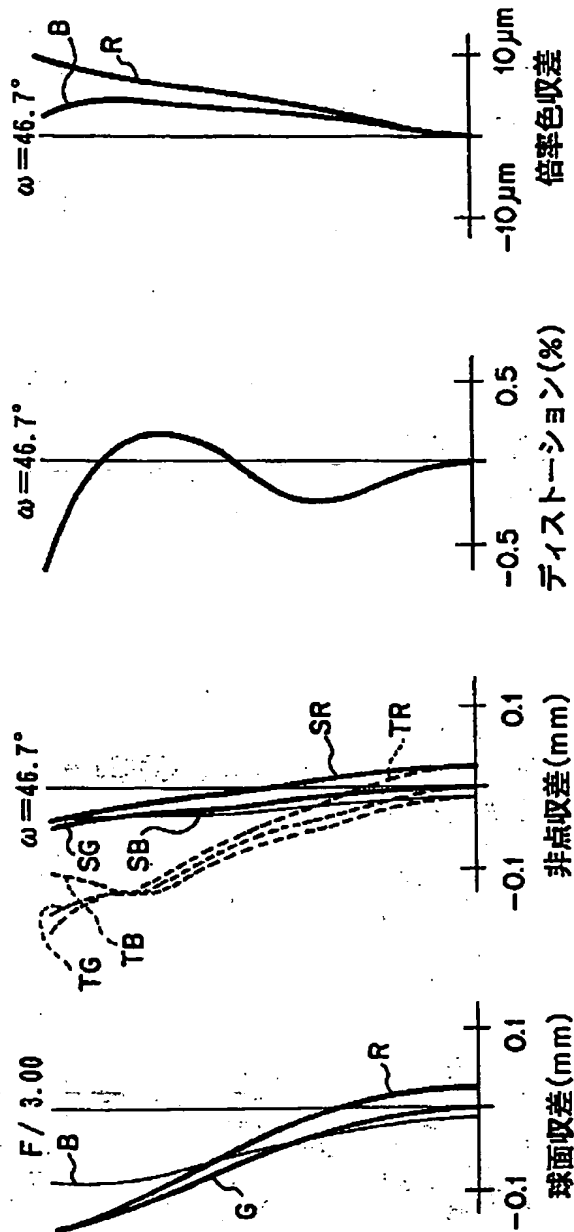
実施例 1



(14)

【図4】

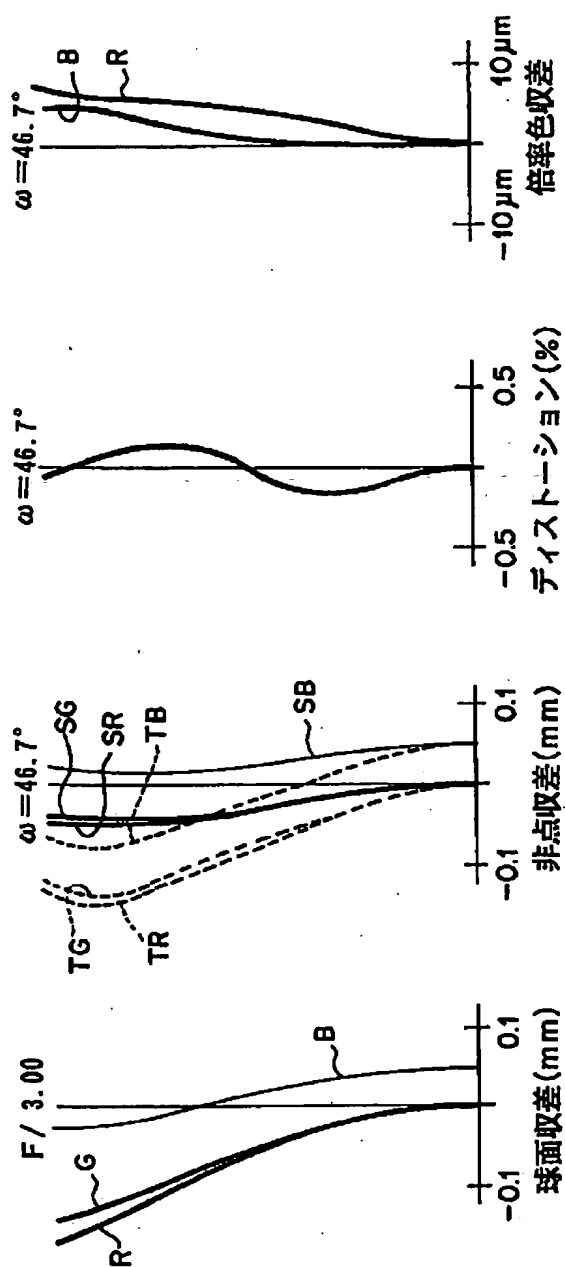
実施例 2



(15)

【図 5】

実施例 3



(16)

【図6】

